

© 1992 г. ПАНИН А. В., СИДОРЧУК А. Ю., ЧЕРНОВ А. В.

МАКРОИЗЛУЧИНЫ РУСЕЛ РЕК ЕТС И ПРОБЛЕМЫ
ПАЛЕОГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ

Рассматриваются распространение и причины формирования макроизлучин рек — изгибов русел значительно больших размеров, чем обычные меандры. Восстановление палеоводности рек бассейна Дона на основе эмпирической связи между размерами современных излучин и среднегодовыми расходами вода дает величины на один-два порядка выше современных, что не согласуется с палеоботаническими данными. Сделан вывод, что формирование макроизлучин может быть связано либо с кратковременным катастрофическим увеличением водности рек, либо с существенным изменением их гидрологического режима.

В речных долинах наряду с обычными излучинами с шагом, в 6—10 раз превышающим ширину русла, распространены изгибы гораздо больших размеров, зачастую имеющие сходную с меандрами форму. Врезанные изгибы (излучины) такого рода получили название «долинные меандры» [8]. Б. В. Матвеев предложил для обозначения всех разновидностей таких форм более общий термин «макроизлучины» [2]. Последние широко развиты в самых различных природно-климатических зонах Земли: на 65° с. ш. на Аляске, на 18° с. ш. в Пуэрто-Рико, на 25° и 16° ю. ш. в Австралии [9]. В средних широтах Америки и Европы такие формы — обычный элемент речных долин. В СССР макроизлучины особенно многочисленны к западу от Урала, за исключением Карелии, Кольского полуострова и Северной Прибалтики, где речная сеть заложилась относительно недавно. В долинах средних по водности рек бассейнов Северной Двины, Мезени, Печоры, протекающих в моренных отложениях и имеющих врезанные русла (реки Пинега, Вымь, Цильма, Тобыш, Адзья), сформировались врезанные макроизлучины. На реках, долины которых выработаны в рыхлых породах, а русловые деформации протекают свободно, более распространены свободные макроизлучины (реки Кокшеньга, Луза, Локчим, Вычегда, Сула, Шапкина, Северная Мытва и др.), часто имеющие вид изгибов пояса меандрирования рек.

В центре Русской равнины макроизлучины обычны в долинах врезанных рек Среднерусской возвышенности (Ока, Зуша, Упа, Елец, Красивая Меча, Москва) и в долинах свободно меандрирующих рек Калачской, Донской и Приволжской возвышенностей (Хопер, Савала, Ворона, Бузулук, Медведица). Реже встречаются макроизлучины в широкопойменных долинах рек Окско-Донской и Мещерской низменностей. В бассейнах Припяти и Верхнего Днепра (реки Сож, Десна, Березина) макроизлучины отмечены в долинах почти всех средних по водности рек, но они не выдержаны по длине долин, фрагментарны.

В долинах некоторых рек бассейнов Камы и Средней Волги наблюдаются сундучные вынужденные и адаптированные макроизлучины с четко очерченными бортами (реки Кострома, Унжа, Молома, Кобра, Сытва, Барда), однако в целом макроизлучины в этом регионе не получили большого развития. Резким контрастом выступает Среднее и Нижнее Заволжье. Здесь макроизлучины, разнообразные по морфологии, широко распространены почти по всей длине рек Дёмы, Ика, Шешмы, Сока, Большой Кинели, Тока, Бузулука (волжского), частично Большого Иргиза, Большого и Малого Узеней.

Выявлены некоторые закономерности распространения макроизлучин в зависимости от физико-географических условий и водности рек. Макроизлучины

отсутствуют на горных реках, а также на самых малых и очень крупных полугорных и равнинных реках масштаба Волги, Северной Двины, Оби, Енисея, Лены. Лучшее всего макроизлучины выражены на реках промежуточной водности, в местах преобладания трудноразмываемых пород: валунных суглинков, песчаников, известняков, где они имеют вид крупных извилин долины. На территориях, сложенных покровными суглинками и супесями, песками, лёссами, макроизлучины встречаются реже, но на быстрое их существование указывают аномально крупные старичные дуги и фестоны высоких берегов.

Морфологическое разнообразие макроизлучин приводит к выводу о невозможности единой трактовки их происхождения. В районах средне- и низкогорий русла рек часто осваивают зоны, сложенные породами повышенной размываемости, а также области с разрывными нарушениями. Их ортогональный или диагональный рисунок обуславливает периодическую смену направления долин рек и создает иллюзию макромеандрирования. В равнинных условиях макроизгибы русел средних и крупных рек часто формируются в ходе их направленного одностороннего смещения под действием силы Кориолиса или при тектонических перекосах из-за неоднородного строения подрезаемых коренных берегов и междуречных пространств. В условиях современной водности возможно формирование макроизгибов пояса меандрирования, соответствующих верхнему интервалу руслоформирующих расходов воды.

Наиболее широко распространены унаследованные макроизлучины, некогда представлявшие собой меандры более многоводного потока и зафиксированные в виде макроизгибов современного русла, которые сейчас формируются в условиях меньшей водности. Очевидно, что среди перечисленных генетических разновидностей лишь унаследованные макроизлучины могут быть использованы для палеогеографических реконструкций. Эти макроизлучины стабильны во врезаемых руслах, но быстро отмирают в широкопойменных долинах, оставляя следы своего существования в виде огромных старичных дуг и дугообразных выемок в бортах долины. Ширина палеорусел в пределах макроизлучин, по данным [8], в 10 и более раз превышает ширину современного русла. Иногда границы палеорусла можно выделить по топографии поймы, и результаты непосредственных измерений дают тот же порядок величин.

Параметры речного русла: его ширина B и шаг меандров — l функционально связаны с характеристической водности реки: $B \sim Q^{1/2}$, $l \sim Q^{1/2}$, где Q — расход воды [6]. Эта связь выдерживается для рек самого разного размера и в различных климатических условиях отличается лишь коэффициентом пропорциональности при незначительных вариациях значений степени при Q . Это означает, что соотношение расходов двух рек связано с отношением параметров их русел по формуле

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{B_1}{B_2}\right)^2, \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2.$$

Если предположить, что размеры унаследованных макроизлучин и ширина русла палеопотока отражают его водность, последнюю можно оценить исходя из современной водности и параметров современного русла:

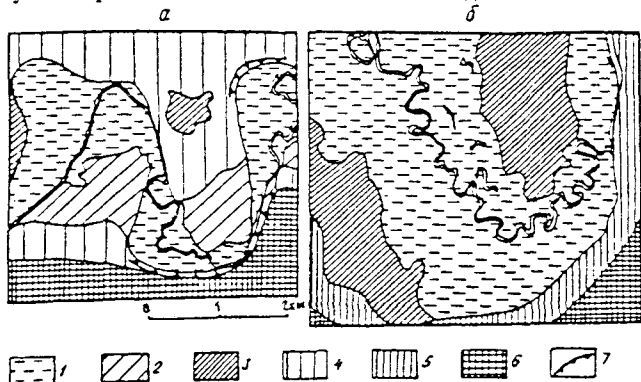
$$Q = q \left(\frac{L}{l}\right)^2, \quad Q = q \left(\frac{B}{b}\right)^2.$$

где Q , L , B — расход воды, шаг меандров (макроизлучин) и ширина русла палеопотока; q , l , b — соответственно параметры современного потока.

Унаследованные макроизлучины, фиксирующие размеры палеорусел, широко распространены в бассейне р. Дона. В последнепровское время сюда не поступали талые ледниковые воды, поэтому колебания водности рек во второй половине плейстоцена — голоцене, по-видимому, связаны только с изменениями климата. Для рек длиной >200 км выделены участки развития унаследованных макроизлучин, которые врезаются в низкие террасы или расположены в пределах поймы реки; размеры макроизгибов русла многократно превышают размеры осложня-

ющих их современных излучин (рисунок). По участкам длиной 10—150 км (в зависимости от размера реки) осреднялись размеры современных излучин и макроизлучин. Часто в русле прослеживаются две генерации макроизлучин различных размеров. Осреднение в таких случаях проводили отдельно, и в дальнейшем использовалась максимальная из полученных величин.

Размеры значительной части унаследованных макроизлучин превышают максимальные параметры современных излучин на реках бассейна. С целью оценки палеостока по долинам с унаследованными макроизлучинами была построена зависимость размеров современных излучин от среднегодового расхода воды для 40 участков 13 рек: $l = 69 Q^{1/2}$. Принимая коэффициент пропорциональности неизменным со времени формирования макроизлучин, можно оценить палеосток рек бассейна Дона (таблица). Соотношение размеров современных меандров и макроизлучин русел других рек ЕТС также указывает на водность палеорек в период формирования макроизлучин на один-два порядка величины больше современной. Однако палеоботанические реконструкции [3] показывают, что на территории Русской равнины количество годовых осадков в самые влажные эпохи



Макроизлучины, врезанные в низкие террасы рек Медведицы (а) и Вороны (б)
 1 — пойма; 2, 3 — террасы высотой 10—12 и 16—20 м; 4, 5 — пологие и крутые склоны бортов долин; 6 — поверхность междуречий; 7 — обрывы

голоцена не превышало современного более чем в 2 раза. Поэтому представляется маловероятным повсеместное увеличение водности рек в 10—100 раз на продолжительное время.

В таком случае формирование унаследованных макроизлучин может быть связано с двумя причинами.

1. Относительно кратковременное катастрофическое увеличение среднегодовой водности рек. Наблюдения за современными русловыми переформированиями показывают, что в отдельные многоводные годы или серии лет скорость боковой эрозии может возрасти на порядок. Поэтому формирование макроизлучин русел могло происходить «мгновенно» в геологическом масштабе времени.

2. Изменение роли и значений различных интервалов руслоформирующих расходов воды. Исходя из представлений об этих расходах как оказывающих максимальное влияние на русловые переформирования [1, 4], параметры излучин определяются одним из интервалов руслоформирующих расходов, как правило средним, близким к среднегодовому расходу воды [7]. Это положение наиболее справедливо для рек гумидной зоны с растянутым весенне-летним снегодождевым половодьем. При изменении внутригодового распределения стока в сторону большей неравномерности происходит, во-первых, увеличение абсолютных значений руслоформирующих расходов соответствующих интервалов [5], а во-вторых, возрастает роль экстремальных расходов воды в формировании русла. Высказываются гипотезы о том, что на реках умеренной зоны при повышении доли

Оценка среднегодового расхода воды и модулей стока в период формирования макроизлучин для приустьевых створов рек бассейна Дона

Река	Площадь водосбора, км ²	q , м/с	m , л/(с·км ²)	l , км	L , км	Q , м/с	M , л/(с·км ²)	$\frac{Q}{q} = \frac{M}{m}$
Калитва	3240	5,90	1,82	360	2500	1250	385	212
Айдар	7160	14,5	2,03	290	2800	1570	219	108
Битюг	7350	19,4	2,64	220	1870	700	95,2	36,1
Бузудук	7870	11,8	1,50	390	3520	2500	318	212
Оскол	12700	38,3	3,02	200	2400	1150	90,5	30,0
Ворона	13200	39,5	2,99	320	4200	3530	267	89,4
Медведица	34500	68,7	1,99	820	9750	19000	550	276
Хопер	46300	130	2,80	680	5550	6160	133	47,3

Примечание. m , M — современные и реконструированные модули стока.

снегового питания и прохождении основной части годового стока в короткий период снеготаяния могли увеличиваться значения руслоформирующих расходов воды, что отразилось в морфологическом облике русел в виде макроизлучин [10].

В настоящее время нет оснований для выбора одной из высказанных гипотез. Их обоснование требует дальнейших исследований. В любом случае изучение унаследованных макроизлучин русел рек позволит либо реконструировать речной сток в периоды катастрофического увеличения их водности, либо получить информацию о характере внутригодовых изменений стока в прошлом.

Список литературы

1. Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 543 с.
2. Матвеев Б. В. Морфология и геолого-геоморфологические факторы развития врезанных и свободных излучин: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.04. М., 1985. 21 с.
3. Хотинский Н. А. Голошен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 199 с.
4. Чалов Р. С. Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1979. 232 с.
5. Чернов А. В. Геоморфология пойм равнинных рек. М.: Изд-во МГУ, 1983. 198 с.
6. Экспериментальная геоморфология. Вып. 2. М.: Изд-во МГУ, 1969. 180 с.
7. Carlston R. The relation of free meander geometry to stream discharge and its geomorphic implications. // Am. J. Sci. 1965. V. 263. № 12. P. 864—885.
8. Dury G. H. General Theory of Meandering Valleys. // US Geol. Surv. Prof. Pap. № 452-A. 1964. P. 67; № 452-B. 1964, P. 56.; № 452-C. 1965. P. 43.
9. Dury G. H. General theory of meandering valleys and underfit streams. // Rivers and river terraces. N. Y.; Wash.: Praeger Publ., 1970. P. 264—275.
10. Gogley J. G. On runoff at the time of deglaciation. // Area. 1973. V. 5. № 1. P. 33—37.

МГУ

Поступила в редакцию
14.06.90